

Dagli acceleratori cosmici al ghiaccio polare

✍ A. Bettini 📅 30-03-2021 🔗 <http://www.primapagina.sif.it/article/1276>

Visualizzazione dell'evento Glashow. Ogni cerchietto/pallino colorato mostra un'unità ottica di IceCube che ha registrato luce dall'evento. Il rosso indica registrazione a tempi anteriori, il verde-blu a tempi posteriori. L'evento è stato chiamato "Hydragea".
A visualization of the Glashow event. Each colored circle/bullet shows an IceCube sensor that recorded a light signal; red circles indicate sensors triggered earlier in time, and green-blue circles indicate sensors triggered later. This event was nicknamed "Hydragea."
(Credits: IceCube Collaboration).

Quasi esattamente sessanta anni fa Sheldon Glashow prevede che la sezione d'urto di antineutrino elettronico su elettrone ha una risonanza quando l'energia nel centro di massa delle due particelle è pari alla massa del bosone W (moltiplicata per c^2), mediatore delle interazioni deboli di corrente carica. L'energia dell'antineutrino nel sistema del laboratorio della "risonanza di Glashow", in cui l'elettrone è fermo, è estremamente alta, pari a 6.3 PeV, irraggiungibile con fasci di neutrini prodotti artificialmente dagli acceleratori attuali o concepibili in futuro. Ma gli acceleratori cosmici possono farcela, e qualche antineutrino di energia sufficiente può arrivarci. Ci si aspetta che ciò avvenga molto raramente, ma il grande telescopio per neutrini IceCube, un cubo di ghiaccio di circa un chilometro di lato che contiene una matrice di sensori di luce, un evento l'ha trovato.

I ricercatori hanno analizzato con nuovi algoritmi i dati raccolti dal maggio 2012 a maggio 2017, corrispondenti a un tempo totale di sensibilità di 4.6 anni, trovando un evento, rivelato l'8 dicembre 2016, dalle caratteristiche giuste. Appare come una cascata (uno sciame) di particelle di 6.05 ± 0.72 PeV di energia misurata (non tutta è visibile) e ricostruita a partire dalla luce Cherenkov emessa nell'attraversare il trasparente ghiaccio polare. Caratteristiche consistenti con la produzione di muoni secondari nello sciame indicano un decadimento adronico del bosone W , ne confermano l'origine non atmosferica ma astrofisica, e aiutano a migliorare la definizione della direzione. Il metodo permette di distinguere neutrini da antineutrini, oltre a dirci che sono di tipo elettronico. Queste saranno informazioni preziose per capire il funzionamento degli acceleratori cosmici quando rivelatori ancora più grandi diverranno disponibili, come l'esperimento IceCube-Gen2 pianificato per aumentare di un ordine di grandezza il volume sensibile.

Scopri di più 1, 2, 3

From cosmic accelerators to the polar ice

Almost exactly sixty years ago Sheldon Glashow foresaw that the electron antineutrino on electron cross-section would go through a resonance when the centre of mass energy of the two particles equals the mass (times c^2) of the W boson, the quantum of the charged current weak interactions. The antineutrino energy in the laboratory frame of the Glashow resonance, in which the electron is at rest, is extremely high, 6.3 PeV, not reachable by a neutrino beam artificially produced with any present or future accelerator. However, cosmic accelerators may reach there. We expect this to be very rare, but the big neutrino telescope IceCube, a cubic kilometer of ice, containing an array of light detectors, has now found one event.

Data from May 2012 to May 2017, corresponding to a total live-time of 4.6 years, were analysed. One event with the right characteristics was detected on 8 December 2016. It appears as a cascade (a shower) of particles of 6.05 ± 0.72 PeV of measured energy (not all of it is visible) reconstructed from the Cherenkov light emitted when crossing the transparent polar ice. Features consistent with the production of secondary muons in the particle shower indicate the hadronic decay of a W boson, confirm that the source is astrophysical, rather than atmospheric, and provide improved directional localization. The method allows distinguishing neutrinos from antineutrinos, beyond telling us that they have electron flavour. These will be crucial information to understand the physics of cosmic accelerators when even larger detectors will be available, such as the planned IceCube-Gen2 experiment, which will increase the instrumented volume by an order of magnitude.

Learn more about 1, 2, 3



Alessandro Bettini - *Emeritus professor at Padua University and experimental physicist in elementary particle physics, he has performed and led experiments at CERN and LNGS. He is the author of more than 200 scientific publications and of volumes in General Physics and Elementary Particles for the general public. He is a member of the Accademia Galileiana di Scienze Lettere e Arti, of the SIF, of which he has been the vice-president, and fellow of the EPS.*